

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

PUB-NO: DE003722270A1  
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3722270 A1  
TITLE: Method and apparatus for producing  
an underground sealing bed, in particular for  
subsequent sealing of landfill sites

PUBN-DATE: February 11, 1988

INVENTOR- INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
FROMME, THEO DIPL ING DE

ASSIGNEE- INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
BILFINGER BERGER BAU DE

APPL-NO: DE03722270

APPL-DATE: July 6, 1987

PRIORITY-DATA: DE03722270A ( July 6, 1987) , DE03622465A  
( July 4, 1986)

INT-CL (IPC): E02D031/00, E02B003/16 , E02D005/18 ,  
E02F005/18 , B09B001/00  
, E04G021/04 , E21C025/00

EUR-CL (EPC): B09B001/00 ; E02D031/00

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> Method and apparatus for  
producing an  
underground sealing bed, in particular for subsequent  
sealing of landfill sites  
which are laid out over water-permeable and/or non-cohesive  
soil layers, such

as sand, gravel or the like. By a cutting and injecting means, the earth in the cultivation plane is loosened and the earth above and below this plane is separated, while at the same time the sealing agent is injected in peripherally distributed directions into the loosened earth and the immediate area (viewed in the direction of movement) behind the cutting and injecting means and at the same time is intimately mixed with the soil material under the action of mixing blades arranged on the cutting and injecting means and is thoroughly mixed to form a largely homogeneous conglomerate and is compacted under the pressure of the earth and is formed into a closed sealing bed free of cavities.

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ ⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ ⑯ DE 37 22 270 A1

⑯ Int. Cl. 4:  
E 02 D 31/00

E 02 B 3/16  
E 02 D 5/18  
E 02 F 5/18  
B 09 B 1/00  
E 04 G 21/04  
E 21 C 25/00

⑯ Aktenzeichen: P 37 22 270.8  
⑯ Anmeldetag: 6. 7. 87  
⑯ Offenlegungstag: 11. 2. 88

~~Behördenbesitz~~

DE 37 22 270 A1

⑯ Innere Priorität: ⑯ ⑯ ⑯

04.07.86 DE 36 22 465.0

⑯ Anmelder:

Bilfinger + Berger Bauaktiengesellschaft, 6800  
Mannheim, DE

⑯ Vertreter:

Hiebsch, G., Dipl.-Ing., 7700 Singen; Allgeier, K.,  
Pat.-Anw., 7888 Rheinfelden

⑯ Erfinder:

Fromme, Theo, Dipl.-Ing., 5407 Boppard, DE

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer unterirdischen Abdichtungssohle, insbesondere  
nachträglichen Abdichtung von Mülldeponien

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer unterirdischen Abdichtungssohle, insbesondere zur nachträglichen  
Abdichtung von Mülldeponien, die über wasserdurchlässigen und/oder rolligen Bodenschichten, wie Sand, Kies o.  
dgl. angelegt sind. Durch eine Schneid- und Injektionseinrichtung wird das Erdreich in der Bodenbearbeitungsebene  
aufgelockert und oberhalb und unterhalb dieser Ebene von  
einander getrennt, während gleichzeitig in umfangsverteilte  
Richtungen das Dichtungsmittel in das aufgelockerte Erd-  
reich und den im unmittelbaren Bereich (In Bewegungsrich-  
tung gesehen) hinter der Schneid- und Injektionseinrichtung  
eingepreßt und zugleich unter der Wirkung von an dieser  
angeordneten Mischflügeln innig mit dem Bodenmaterial  
vermengt und zu einem weitgehend homogenen Konglo-  
merat durchgemischt und unter der Pressung des Erddruckes  
verdichtet und zu einer geschlossenen und hohlraumfreien  
Abdichtungssohle geformt wird.

DE 37 22 270 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer unterirdischen Abdichtungssohle, insbesondere zur nachträglichen Abdichtung von Mülldeponien, die über wasser durchlässigen und/oder rolligen Bodenschichten, wie Sand, Kies o. dgl. angelegt sind, unter Anwendung von in Draufsicht in Rechteckform die Mülldeponie umgebend in den Boden eingebrachten, mit Bentonit gefüllten Doppelschlitzwänden und in deren längsverlaufenden Zwischenräumen beidseits in Längsrichtung verfahrbaren Leit- und Antriebsgestellen, an welchen in einem Sicherheitsabstand von der untersten Müllschicht eine in einer Bodenbearbeitungsebene sich vorwärtsbewegende, ein Dichtungsmittel injizierende Schneid- und Injektionseinrichtung gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Schneid- und Injektionseinrichtung das Erdreich in der Bodenbearbeitungsebene aufgelockert und oberhalb und unterhalb dieser Ebene voneinander getrennt wird, während gleichzeitig in umfangsverteilte Richtungen das Dichtungsmittel in das aufgelockerte Erdreich und den im unmittelbaren Bereich (in Bewegungsrichtung gesehen) hinter der Schneid- und Injektionseinrichtung eingepreßt und zugleich unter der Wirkung von an dieser angeordneten Mischflügeln innig mit dem Bodenmaterial vermengt und zu einem weitgehend homogenen Konglomerat durchgemischt und unter der Pressung des Erddruckes verdichtet und zu einer geschlossenen und hohlraumfreien Abdichtungssohle geformt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem zusätzlichen Verfahrensschritt in einem Abstand unterhalb der ersten an die innere Schlitzwand angeschlossenen Abdichtungssohle nach dem gleichen Verfahren eine zweite, an die äußere Schlitzwand angeschlossene Abdichtungssohle hergestellt und der von wasser durchlässigem Material erfüllte Zwischenraum zwischen beiden Abdichtungssohlen gegenüber dem Untergrund und dem Doppelschlitzwand-Innenraum völlig abgedichtet und in letzterem die Bentonitfüllung gegen eine Wasserfüllung ausgetauscht und sodann mittels einer in den Zwischenraum zwischen den Abdichtungssohlen geführten Leitungen in diesem ein Unterdruck erzeugt und aufrechterhalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in die Innenräume der Doppelschlitzwände eine allseitig durchlaufende obere Dichtung in Höhe der oberen Abdichtungssohle und eine gleichartige Dichtung in Höhe der unteren Abdichtungssohle hergestellt werden und zwischen die beiden umlaufenden Dichtungen Filterkies oder ein dgl. flüssigkeitsdurchlässige Füllung eingebracht wird, und daß an mehreren Stellen ein- oder beidseitig luft- und flüssigkeitsdichte Saugleitungen eingebracht werden und durch diese sich im Zwischenraum zwischen den Abdichtungssohlen ansammelnde Flüssigkeit abgesaugt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß in die Innenräume der Doppelschlitzwände in Abständen Stützstege eingesetzt werden vor oder nach dem Austausch der Bentonitfüllung gegen Wasser.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch

gekennzeichnet, daß als Dichtungsmittel eine Mischung aus Bentonit, Zement, Ton, Bitumen o. dgl. verwendet wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtungssohle (3) eine Höhe (h) von ca. 150 bis 500 mm aufweist.

7. Vorrichtung zur Herstellung einer unterirdischen Abdichtungssohle, insbesondere zur nachträglichen Abdichtung von Mülldeponien, die über wasser durchlässigen und/oder rolligen Bodenschichten, wie Sand, Kies o. dgl. angelegt sind, unter Anwendung von in Draufsicht in Rechteckform die Mülldeponie umgebend in den Boden eingebrachten, mit Bentonit gefüllten Doppelschlitzwänden und in deren längsverlaufenden Zwischenräumen beidseits in Längsrichtung verfahrbaren Leit- und Antriebsgestellen, an welchen in einem Sicherheitsabstand von der untersten Müllschicht eine in einer Bodenbearbeitungsebene sich vorwärtsbewegende, ein Dichtungsmittel injizierende Schneid- und Injektionseinrichtung gelagert ist, nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß diese als einheitliches Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug in Form eines mit Mischflügeln (22) versehenen Hohlkörpers (11) ausgebildet und mit Injektionsdüsen (21) zum Injizieren des Dichtungsmittels versehen ist, und daß diese mittels eines im Hohlkörper (11) befindlichen Hochdruckschlauchs (12) über Zuleitungen (13) mit einer ortsfesten Vorrats- und pumpstation für das Dichtungsmittel in Verbindung steht.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug ein langgestreckter Hohlkörper (11) ein in Längsrichtung in mehrere Schüsse unterteiltes stangen- oder rohrförmiges Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug mit Injektionsdüsen (21) in Abständen (5) und Zuleitungen (13) für das Dichtungsmittel dient.

9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug in Form des langgestreckten Hohlkörpers (11) ein ketten- oder gliederartiges flexibles Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug mit Injektionsdüsen (21) in Abständen (5) und Zuleitungen (13) für das Dichtungsmittel dient.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß als langgestreckter Hohlkörper (11) ein Schrämw-Stahlhohlkabel dient, durch dessen Injektionsdüsen (21) das in seinem Innenraum (12) unter hohem Druck zugeführte Dichtungsmittel in die Bodenbearbeitungsebene (2) ausgepreßt wird.

11. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch um die Deponie (D) herum in Rechteckform erstellte Doppelschlitzwände (5), deren Innenräume (7) mit Bentonit gefüllt und in welche Leit- und Antriebsgestelle (31) für den in einen der hierzu querverlaufenden Zwischenräume (8) abgesenkten Hohlkörper (11) eingelassen sind, mit denen unterhalb der Unterkanten (6a) der Doppelschlitzwände (6) der langgestreckte Hohlkörper (11) verbunden und durch diese gleichmäßig in Bewegungsrichtung zum Unterfahren der Fläche der Deponiemasse (D) bis zum Erreichen des anderen querverlaufenden Zwischenraums (8) angetrieben ist, wobei gleichzeitig das Dichtungsmittel in die Abdichtungsebene (2)

gedrückt wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Leit- und Antriebsgestelle (31) in den Innenräumen der Doppelschlitzwände (7) in senkrechter Richtung verkürz- und verlänger- 5 bar sind.

13. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der langgestreckte Hohlkörper (11) während des Unterfahrens der Deponiemasse (D) mittels der Leit- und Antriebsgestelle (31) unter Zugspannung gehalten und die längenveränderlichen und zugspannungsfrei gehaltenen Zuleitungen (13, 14) für das Dichtungsmittel mit ortsfesten Vorrats- und Pumpstationen verbunden sind. 10

14. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der langgestreckte Hohlkörper (11) während seiner Vorwärtsbewegung zum Unterfahren der Deponie (D) entlang der Boden-Ebene (E) mit einer Antriebsvorrichtung zur alternierenden Hin- und Herbewegung um einen Hubweg (s) in Querrichtung verbunden ist. 20

15. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterfahren der Deponie (D) in Längsrichtung durch den langgestreckten Hohlkörper (11) während in Achsrichtung aufeinanderfolgender Abschnitte (w) erfolgt, wobei am Ende jedes Abschnittes (w) die Leit- und Antriebsgestelle (31) mit ihren Widerlager-Ankern (35) um die Strecke (w) längsversetzt werden. 25

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß mittels wahlweise in mehrere in den längsverlaufenden Zwischenräumen angebrachten Erweiterungen (9) einsetzbaren Widerlager-Einsätzen (10) und den in diesen eingesetzten Widerlager-Ankern (35) die Leit- und Antriebsgestelle (31) um die Strecken (w) längsversetbar sind. 35

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die in den längsverlaufenden Innenräumen (7) zwischen den Doppelschlitzwänden (5) längsbeweglichen Leit- und Antriebsgestelle (31) hängend an Oberwagen (32) angebracht sind, welche auf den Oberkanten der Doppelschlitzwände (5) angeordneten Schienenbahnen (33) verfahrbar sind. 40

18. Vorrichtung nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberwagen (32) der längsbeweglichen Leit- und Antriebsgestelle (31) an Kolbentriebwerke (34) angekuppelt und diese an den längsversetzbaren Widerlager-Ankern (35) gelagert sind. 50

19. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß an den unteren Enden der Leit- und Antriebsgestelle (31) Kolbentriebwerke (30) angekuppelt und diese an den Widerlager-Ankern (35) gelagert sind. 55

20. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das langgestreckte Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug (11) kreisrund, drehbar und mit Fräszähnen versehen ist. 60

21. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das langgestreckte Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug (11) einen polygonalen 65 Querschnitt aufweist, drehbar und mit Fräszähnen versehen ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch

gekennzeichnet, daß das langgestreckte Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug (11) mit in Abständen (s) voneinander und winkelversetzt angeordneten Mischflügeln (22) versehen ist.

23. Vorrichtung nach den Ansprüchen 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischflügel (22) längs- und winkelversetzt in schraubenlinienartiger Drillstellung angeordnet sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der langgestreckte Hohlkörper (11) als ketten- oder gliederartiges flexibles Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug ausgebildet und mittels Leit- und Umlenkrollen (19, 20) beidseitig innerhalb der Leit- und Antriebsgestelle (31) nach oben in die Innenräume (7) umgelenkt und dort befestigt und mittels druckmittelbeaufschlagten Spannzylindern (18) unter Zugspannung gehalten ist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrä- und/oder Mischflügel (22) an Kabelmuffen (23) angebracht und diese auf dem Schrä- Stahlhohlkabel (11) mittels einer zwischen Kabelmuffe (23) und Schrä- Stahlhohlkabel (11) eingebrachten Vergußmasse (25) befestigt sind.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß am Innendurchmesser der Kabelmuffen (23) ein vertiefter Ringraum zur Aufnahme der Vergußmasse (25) eingearbeitet ist, und daß die Vergußmasse (25) aus Weißmetall besteht.

27. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß im Hohlräum des Schrä- Hohlräumkabels (11) ein zugfester Hochdruckschlauch (24) eingesetzt ist, an den die Injektionsdüsen (21) angeschlossen sind.

28. Vorrichtung nach Anspruch 7 und wenigstens einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Injektionsdüsen (21) kleiner oder gleich dem Hubweg (s) des Schrä- Hohlkabels (11) ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 7 und/oder einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der langgestreckte Hohlkörper (11) als Schrä- Stahlhohlkabel ausgebildet ist, dessen Seele aus einem Hochdruck-Schlauch (12) besteht, an den in Abständen nach außen gerichtete Injektionsdüsen angeordnet sind.

30. Vorrichtung nach Anspruch 7 und/oder einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitungen (29) zwischen den Zuleitungen (13) und dem Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug bzw. dem Schrä- Stahlhohlkabel (11) aus einem zugfesten Werkstoff bestehen und an einer Stelle (14) im Bereich der Doppelschlitzwände (5) ortsfest verankert sind.

31. Vorrichtung nach Anspruch 24 und wenigstens einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das flexible Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeug (11) mittels Leit- und Umlenkrollen (19, 20) beidseitig nach oben in die Zwischenräume (7) umgelenkt und über einen oberen und unteren Rollensatz (16, 15) mittels druckmittelbeaufschlagbarer Spannzylinder (18) gegeneinander verspannbar sind.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer alternierenden Hin- und Herbewegung des flexiblen Schneid-, Frä- oder Schrämwerkzeugs (11) von den beidsei-

tig angeordneten Spannzylindern (18) abwechselnd ein Zylinder mit einem erheblich höheren Druck beaufschlagbar ist als der andere Zylinder.

33. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die unteren Rollensätze (15) und die Spannzylinder (18) am unteren Ende der Leit- und Antriebsgestelle (31) gelagert, und daß die oberen Rollensätze (16) mittels vertikal geführter, beweglicher Querhäupter (17) mit den Spannzylindern (18) gelenkig verbunden sind.

34. Vorrichtung nach Anspruch 24 und wenigstens einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hubweg (s) des flexiblen Schneid-, Frä- oder Schrämmwerkzeugs (11) zwischen einem und dreißig Metern betragen kann.

35. Vorrichtung nach Anspruch 24 und wenigstens einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leit- und Umlenkrollen (19, 20) zum Abrollen des flexiblen, mit Schrämm- und/oder Mischflügeln (22) besetzten Schneid-, Frä- oder Schrämmwerkzeugs (11) profiliert sind.

36. Vorrichtung nach Anspruch 24 und wenigstens einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das flexible Schneid-, Frä- oder Schrämmwerkzeug (11) nur mit einem oder zwei Schrämm- und/oder Mischflügeln (22) mehr besetzt ist, als der Arbeitsbreite zwischen den inneren Schlitzwänden (5) entspricht, und daß sich daran ein glattes Zug- und Verbindungs-Hohlkabel (19) anschließt.

37. Vorrichtung nach Anspruch 7 und wenigstens einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei ortsfeste Vorrats- und pumpstationen für das Dichtungsmittel und getrennte Zuführungsleitungen für beide Seiten des langgestreckten Hohlkörpers (11) vorhanden und diese mit Mitteln zum Dosieren und Messen der zugeführten Dichtmittelmenge pro Zeiteinheit versehen sind.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer unterirdischen Abdichtungssohle, insbesondere zur nachträglichen Abdichtung von Mülldeponien, die über wasserdurchlässigen und/oder rolligen Bodenschichten, wie Sand, Kies o. dgl. angelegt sind, unter Anwendung von in Draufsicht in Rechteckform die Mülldeponie umgebend in den Boden eingebrachten, mit Bentonit gefüllten Doppelschlitzwänden und in deren längsverlaufenden Zwischenräumen beidseits in Längsrichtung verfahr- und antreibbaren Leit- und Antriebsgestellen, an welchen in einem Sicherheitsabstand von der untersten Müllschicht eine in einer Bodenbearbeitungsebene sich vorwärtsbewegende, ein Dichtungsmittel injizierende Schneid- und Injektionseinrichtung gelagert ist.

Verfahren dieser Art sind durch die DE-OS 33 30 897 und 34 39 858 bekanntgeworden. Dort besteht das Schneid- und Injektionselement aus zwei getrennten Gebilden, und zwar einer Schneid- oder Räumkette und einem Schlauch mit Injektionsdüsen.

Für die Praxis erscheint die Unterteilung des Schneid- und Injektionselements in eine Schneid- oder Räumkette und einen nachfolgenden mit den Injektionsdüsen versehenen Schlauch sehr ungünstig, weil die durch die Schneid- oder Räumwerkzeuge geschaffene Auflockierung des Erdreichs nach dem passieren des Räumele-

ments unter der Wirkung des Erddruckes sofort wieder in sich zusammenfällt, bevor mittels des nachfolgenden Injektionselement in Form eines Schlauches in dem inzwischen wieder verdichteten Erdreich eine geschlossene

5 Abdichtungsfläche durch das injizierte Dichtmittel geschaffen werden kann. Vielmehr wird der Schlauch mit seinen Düsen für das Dichtmittel unter der Wirkung des Erddrucks mehr oder weniger stark gequetscht wenn nicht zgedrückt. Falls deshalb der Druck auf das Dichtungsmittel im Schlauch stark erhöht wird, um einen 10 Gegendruck zu schaffen, so führt dies nicht nur zu einer starken Steigerung des mechanisch ohnedies stark beanspruchten Schlauchs, sondern dieser wird unter der Druckwirkung derart gestreckt, daß es unmöglich sein 15 wird, ihn über Umlenkrollen zu führen, wie dies in den genannten patentveröffentlichten dargestellt, beschrieben und beansprucht ist. Selbst wenn dies möglich wäre, so würde beim Austreten des Dichtungsmittels in dem den Schlauch allseitig umgebenden Erdreich keinesfalls eine geschlossene unterirdische Abdichtungssohle hergestellt, weil das aus den Düsen unter relativ hohem Druck in völlig beliebige Richtungen ausgespritzte Dichtungsmittel nur einzelne platschenartige 20 Inseln bilden kann, und zwar an gänzlich unregelmäßigen Stellen, wo der Erddruck örtlich geringer ist und daher das Material leichter verdrängt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von den dem Stand der Technik zu entnehmenden Vorschlägen, ein Verfahren und eine Vorrichtung vorzuschlagen, um das bestehende und an Bedeutung immer 30 mehr zunehmende Problem mit praktikablen Maßnahmen zu lösen.

Zur Lösung der Aufgabe führt eine Verfahrensweise, bei der durch die Schneid- und Injektionseinrichtung 35 das Erdreich in der Bodenbearbeitungsebene aufgelockert und oberhalb und unterhalb dieser Ebene voneinander getrennt wird, während gleichzeitig in umfangsverteilte Richtungen das Dichtungsmittel in das aufgelockerte Erdreich und den im unmittelbaren Bereich (in 40 Bewegungsrichtung gesehen) hinter der Schneid- und Injektionseinrichtung eingepreßt und zugleich unter der Wirkung von an dieser angeordneten Mischflügeln innig mit dem Bodenmaterial vermengt und zu einem weitgehend homogenen Konglomerat durchgemischt und unter der Pressung des Erddruckes verdichtet und zu einer 45 geschlossenen und hohlräumfreien Abdichtungsschicht geformt wird.

Von grundlegender Bedeutung für die Praktikabilität des Verfahrens nach der Erfindung ist es, daß das Lösen 50 und Lockern des Erdreichs und die damit geschaffene Ebene mit dem Dichtungsmittel vermischt Auflockerungszone des Bodens von demselben Schneid- und Injektionselement während des Trenn- und Auflockerungsvorganges mit dem Dichtungsmittel aufs innigste 55 vermengt und durchgemischt und zu einem weitgehend homogenen Konglomerat geformt und unter der Wirkung des Erddruckes verdichtet wird. Durch diese konzentrierte Bearbeitung wird eine ebene Abdichtungssohle geschaffen, von der bei genügender Dichtmittelinjektion und ausreichender Schichtdicke angenommen werden kann, daß sie auch auf Jahrzehnte das Durchsickern von Flüssigkeit, beispielsweise aus einer Deponie 60 verhindert.

Jedoch ist ohne weiteres einzuschätzen, daß eine absolute und völlig zuverlässige Abdichtung auf diese Weise unter allen Umständen nicht sichergestellt werden kann. Der hauptsächliche Mangel besteht im Fehlen einer Kontrollmöglichkeit. Dies wurde in der Fachwelt auch

erkannt und gab Veranlassung zu dem Vorschlag gemäß der DE-OS 35 24 720. Es soll damit eine zusätzliche Abdichtung dadurch geschaffen werden, daß unabhängig von der Größe der abzudichtenden Deponie-Fläche in das eingebrachte, jedoch noch nicht erhärtete Dichtungsmaterial Folienabschnitte eingedrückt oder einge-  
zogen werden. Dabei ist auch an mehrschichtige Folien gedacht, die eine Dränschicht zwischen zwei dichten Schichten aufweisen und dadurch eine Kontrolle der Dichtigkeit ermöglichen.

Ein solches System dürfte beim Versuch seiner Verwirklichung auf außerordentliche Schwierigkeiten stoßen, weil das Ziehen (oder Drücken) von Folienbahnen durch eine unter Druck stehende wenn auch örtlich aufgelockerte Erdschicht hohe mechanische Widerstände des rolligen Materials von ganz unterschiedlicher Korngröße zu überwinden hat, zumal die Auflockerung vor der Folienvorderkante wieder in sich zusammenfällt. Außerdem ist nicht ersichtlich, wie die getrennte Folienbahnen an ihren Längsrändern fugenlos und absolut dicht miteinander verbunden werden sollen.

Eine gewisse Kontrollmöglichkeit ist bereits nach der hier beanspruchten Lösung dadurch gegeben, daß die Zuführung des Dichtmittels aus der ortsfesten Vorrats- und Pumpstation exakt gemessen und mit einem Sollwert verglichen wird, der sich in Abhängigkeit von der Bodenstruktur aus dem gewünschten Dichtmittelanteil ergibt. Fällt die Dichtmittelzufuhr ab, dann kann vor der Erhärtung der Abdichtungssohle der letzte — gegebenenfalls auch der vorletzte — Hub der Schneid- und Injektionseinrichtung wiederholt werden.

Trotzdem besteht auch bei diesem und bei allen bekannten Verfahren eine sichere Kontrollmöglichkeit der Dichtheit nicht. Daraus ergibt sich als weitere Aufgabe der Erfindung, die Zuverlässigkeit der Abdichtung weiter zu verbessern und vor allem eine wirksame Kontrollmöglichkeit zu schaffen, sowie darüber hinaus auch bei festgestellter Undichtigkeit, eine nachträgliche Möglichkeit der Abdichtung zu eröffnen.

Die Lösung dieser zusätzlichen Aufgabe besteht erfindungsgemäß darin, daß in einem zusätzlichen Verfahrensschritt in einem Abstand unterhalb der ersten an die innere Schlitzwand angeschlossenen Abdichtungsschicht nach dem gleichen Verfahren eine zweite, an die äußere Schlitzwand angeschlossene Abdichtungsschicht hergestellt und der von wasser durchlässigem Material erfüllte Zwischenraum zwischen beiden Abdichtungsschichten gegenüber dem Untergrund und dem Doppelschlitzwand-Innenraum völlig abgedichtet und in letzterem die Bentonitfüllung gegen eine Wasserfüllung ausgetauscht und sodann mittels einer in den Zwischenraum zwischen den Abdichtungsschichten geführten Leitung in diesem ein Unterdruck erzeugt und aufrechterhalten wird.

Wenn die obere Abdichtungssohle wirklich dicht ist, dann wird aus der Unterdruckleitung keinerlei Flüssigkeit austreten, so daß die Dichtheit gewährleistet ist. Sollte die obere Abdichtungssohle jedoch nicht völlig dicht sein, dann wird das im Zwischenraum zwischen den beiden Abdichtungssohlen sich ansammelnde Sickerwasser durch den Unterdruck herausgezogen. Wegen des unter der unteren Abdichtungssohle herrschenden höheren Gegendruckes wird keine weitere Flüssigkeit unter diese zweite Abdichtungssohle hindurchsickern, falls auch diese nicht völlig dicht sein sollte. Außerdem kann die abgesaugte Flüssigkeit analysiert und der Menge nach bestimmt werden, und besteht ferner noch die Möglichkeit, durch die Unterdruckrohre in den Zwi-

schenraum zwischen den beiden Abdichtungssohlen örtlich oder über die Gesamtfläche weiteres Dichtmittel zu injizieren.

Durch diese Verfahrensvariante wird daher die Sicherheit und die Zuverlässigkeit der Abdichtung wesentlich erhöht, und vor allem kann sie kontrolliert werden.

Weitere Ausbildungsmerkmale der erfindungsgemäßen Verfahrensweisen ergeben sich aus den Ansprüchen 3 bis 6.

Im Rahmen der Erfindung liegt auch noch eine Vorrichtung zur Herstellung einer unterirdischen Abdichtungssohle, insbesondere zur nachträglichen Abdichtung von Mülldeponien, die über wasser durchlässigen und/oder rolligen Bodenschichten, wie Sand, Kies o. dgl. angelegt sind, unter Anwendung von in Draufsicht in Rechteckform die Mülldeponie umgebend in den Boden eingebrachten mit Bentonit gefüllten Doppelschlitzwänden und in deren längsverlaufenden Zwischenräumen beidseits in Längsrichtung verfahr- und antreibbaren Leit- und Antriebsgestellen, an welchen in einem Sicherheitsabstand von der untersten Müllschicht eine in einer Bodenbearbeitungsebene sich vorwärtsbewegende, ein Dichtungsmittel injizierende Schneid- und 15 Injektionseinrichtung gelagert ist, die darin besteht, daß diese als einheitliches Schneid-, Frä- oder Schrämmwerkzeug in Form eines mit Mischflügeln versehenen Hohlkörpers ausgebildet und mit Injektionsdüsen zum Injizieren des Dichtungsmittels versehen ist, und daß diese 20 mittels eines im Hohlkörper befindlichen Hochdruckschlauchs über Zuleitungen mit einer ortsfesten Vorrats- und pumpstation für das Dichtungsmittel in Verbindung stehen.

In weiterer Ausgestaltung der Vorrichtung kann das 25 Schneid-, Frä- oder Schrämmwerkzeug in Form eines langgestreckten Hohlkörpers ein ketten- oder gliederartiges Werkzeug mit Injektionsdüsen in Abständen und Zuleitungen für das Dichtmittel sein, oder aber es kann auch ein Schräg-Stahlhohlkabel sein, durch dessen 30 Injektionsdüsen das in seinem Innenraum unter Druck zugeführte Dichtungsmittel in die Bodenbearbeitungsebene injiziert wird. Auch kann ein stangen- oder rohrförmiger mit Injektionsdüsen versehener Hohlkörper 35 als Schneid-, Frä- oder Schrämmwerkzeug dienen.

Nach weiteren Vorrichtungsmerkmalen sind um das abzudichtende Gebiet, beispielsweise die Deponie in Rechteckform Doppelschlitzwände erstellt, deren Innenräume mit Bentonit gefüllt und in welche Leit- und Antriebsgestelle für den in einen der hierzu quer verlaufenden Zwischenräumen abgesenkten Hohlkörper eingeschliffen sind, mit denen unterhalb der Unterkante der Doppelschlitzwände der langgestreckte Hohlkörper verbunden und durch diese gleichmäßig in Bewegungsrichtung zum Unterfahren der Fläche der Deponiemasse bis zum Erreichen des anderen quer verlaufenden Zwischenraumes angetrieben ist, wobei gleichzeitig das Dichtungsmittel in die Abdichtungsebene gedrückt wird. Dabei kann ferner vorgesehen sein, daß die Leit- und Antriebsgestelle in den Innenräumen der Doppelschlitzwände in senkrechter Richtung verkürz- und verlängerbar sind.

Die Verkürz- und Verlängerbarkeit der im Innenraum der Doppelschlitzwände verfahrbaren Leit- und Antriebsgestelle in senkrechter Richtung ermöglicht es, 55 in zwei Ebenen übereinander und in einem Abstand voneinander zwei (oder auch mehrere) Abdichtungssohlen herzustellen.

Für die weitere Ausbildung der Vorrichtung ist es

auch bedeutsam, daß der als Schneid-, Frä- und Schrämwerkzeug dienende langgestreckte Hohlkörper während des Unterfahrens der abzudichtenden Fläche bzw. Deponiemasse mittels der Leit- und Antriebsgestelle unter Zugspannung gehalten und die längenveränderlichen und zugspannungsfrei gehaltenen Zuleitungen für das Dichtungsmittel mit ortsfesten Vorrats- und pumpstationen verbunden sind.

Außerdem ist vorgesehen, daß der langgestreckte Hohlkörper während seiner Vorwärtsbewegung zum Unterfahren der Deponie entlang der Bearbeitungsebene mit einer Antriebsvorrichtung zur alternierenden Hin- und Herbewegung um einen Hubweg in Querrichtung verbunden ist. Ein weiteres Vorrichtungsmerkmal besteht darin, daß das Unterfahren der Deponie in Längsrichtung durch den langgestreckten Hohlkörper während in Achsrichtung aufeinanderfolgender Abschnitte erfolgt, wobei am Ende jedes Abschnittes die Leit- und Antriebsgestelle mit ihren Widerlager-Ankern um die Strecke längsversetzt werden, wobei mittels Wahlweise in mehrere in den längsverlaufenden Zwischenräumen angebrachten Erweiterungen einsetzbaren Widerlager-Einsätzen und den in diesen eingesetzten Widerlager-Ankern die Leit- und Antriebsgestelle um die Strecken längsversetztbar sind.

Besondere vorrichtungsmäßige Einzelheiten sind darin zu sehen, daß die in den längsverlaufenden Innenräumen zwischen den Doppelschlitzwänden längsbeweglichen Leit- und Antriebsgestelle hängend an Oberwagen angebracht sind, welche auf den Oberkanten der Doppelschlitzwände angeordneten Schienenbahnen verfahrbar und ferner, daß die Oberwagen der längsbeweglichen Leit- und Antriebsgestelle an Kolbentriebwerke angekuppelt und diese an den längsversetzbaren Widerlager-Ankern gelagert sind. Dabei können an den unteren Enden der Leit- und Antriebsgestelle Kolbentriebwerke angekuppelt und diese an den Widerlager-Ankern gelagert sein.

Für die gute Auflockerung des Erdreiches in der Bearbeitungs- bzw. Abdichtebene sind vor allem auch die Ausbildungsmale des Schneid-, Frä- und Schrämwerkzeugs in Form des langgestreckten Hohlkörpers von wesentlicher Bedeutung. Weitere Merkmale dieser Art ergeben sich aus den Ansprüchen 20 bis 31. Weiterhin sind auch für eine gute Arbeitsweise des Schneid-, Frä- und Schrämwerkzeugs und dessen sichere Führung und Bewegung maßgebend, daß es dauernd unter gleichmäßiger Spannung gehalten und unter reibungsarmen Bedingungen geführt und angetrieben wird, wie dies aus den Merkmalen der Ansprüche 32 bis 37 hervorgeht. Wie erwähnt besteht eine Kontrollmöglichkeit der zugeführten Dichtmittelmengen gemäß Anspruch 38.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den anhand der Zeichnung erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Mülldeponie

Fig. 2 einen vertikalen Schnitt A-A nach Fig. 1;

Fig. 3 einen vertikalen Schnitt B-B nach Fig. 1;

Fig. 4 ein Prinzip-Schema der Anordnung nach Fig. 2 in abgewandelter Ausführung;

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung des Schrämm-Stahlhohlkabels;

Fig. 6 einen Querschnitt durch das Kabel nach Fig. 5;

Fig. 7 einen Längsschnitt durch das Kabel nach Fig. 5;

Fig. 8 einen vertikalen Schnitt etwa entsprechend

Fig. 2 nach der abgewandelten Verfahrensweise mit zwei übereinanderliegenden Abdichtungssohlen;

Fig. 9 eine Draufsicht auf einen Teil der Doppel-

schlitzwand;

In der Draufsicht nach Fig. 1 ist die Mülldeponie mit D bezeichnet. Diese ist in rechteckiger Anordnung mit den Doppelschlitzwänden 5 umgeben, deren Zwischenräume 7 und 8 mit Bentonit gefüllt sind. Die an den Längsseiten verlaufenden Doppelschlitzwände 5 sind beidseitig an mehreren Stellen, z.B. in den dargestellten Abständen w, mit Erweiterungen 9 der Zwischenräume 7 versehen. Diese dienen zur Abstützung der Widerlager-Einsätze 10, in denen die Widerlager-Anker 35 für die Leit- und Antriebsgestelle 31 eingesetzt sind.

In die mit Bentonit gefüllten, an den Längsseiten verlaufenden Zwischenräume 7 werden auf beiden Seiten die Leit- und Antriebsgestelle 31 eingesetzt, mittels welchen das Schrämm-Stahlhohlkabel 11 geführt und in Querrichtung alternierend hin- und herbewegt wird. Das Einsetzen des Schrämm-Stahlhohlkabels 11 erfolgt — siehe Fig. 1 — in der am weitesten ausgefahrenen Stellung der beiden Leit- und Antriebsgestelle 31 durch den querlaufenden Zwischenraum 8 der Doppelschlitzwand 5.

Die Ausbildung der Leit- und Antriebsgestelle ist aus den Fig. 2 und 3 zu ersehen. Auf den Oberkanten der Doppelschlitzwände 5 ist beidseitig eine Schienenbahn 25 33 angebracht, auf welcher die Oberwagen 32 verfahrbar sind, an denen die Leit- und Antriebsgestelle 31 hängend angeordnet sind. An den Oberwagen 32 und an den unteren Enden der Leit- und Antriebsgestelle 31 greifen hydraulische Kolbentriebwerke 34 an, die an den vertikalen Widerlager-Ankern 35 gelagert sind.

Nach Erreichen der vorgesehenen Sohle, in Fig. 2 und 4 als Boden-Trennebene E bezeichnet, liegt das Schrämm-Stahlhohlkabel 11 unter der Unterkante 6 der Doppelschlitzwände 5. Es ist auch anders als in Fig. 2 dargestellt, möglich, die äußeren Schlitzwände 5 tiefer zu ziehen als die inneren, um die unteren Rollensätze 15 gegen das Erdreich abzuschotten.

Wie sich aus Fig. 4 ergibt, schließen sich beidseitig an das Schrämm-Stahlhohlkabel 11 zugfeste Verbindungsleitungen 29 an, die flaschenzugartig über die Rollensätze 15 und 16 geführt sind. Der untere Rollensatz 15 ist im unteren Bereich des Leit- und Antriebsgestells 31 fest angeschlossen, während der obere Rollensatz 16 jeder Seite an einem Querhaupt 17 befestigt ist, welches mittels eines Spannzylinders 18 nach oben gedrückt wird. Der Spannzylinder 18 ist in nicht näher dargestellter Weise ebenfalls im unteren Bereich des Leit- und Antriebsgestells 31 gelagert:

Durch die Spannzylinder 18 werden auf beiden Seiten die Rollensätze 15 und 16 auseinandergespreizt, und auf diese Weise wird eine Zugspannung auf das Schrämm-Stahlhohlkabel 11 ausgeübt und dauernd aufrechterhalten. Wird nun der Spannzylinder 18 auf einer Seite mit einem höheren Druck beaufschlagt als auf der anderen, dann bewegt sich das Schrämm-Stahlhohlkabel nach dieser Seite, solange der höhere Druck ansteht. Durch wechselweise Druckerhöhung und Absenkung in den beiden Spannzylindern 18 auf beiden Seiten wird eine alternierende Quer- Hubbewegung des Schrämm-Stahlhohlkabels 11 erzeugt.

Die beiden zugfesten Verbindungsleitungen 29 sind beidseitig bei 14 ortsfest verankert, und die anschließenden zugfreien Zuleitungen 13 sind an nicht näher dargestellte Vorrats- und Pumpstationen für das Dichtungsmittel angeschlossen.

Das Dichtungsmittel wird während des Fortschreitens der Unterfahrung der Deponie durch das beidseitig gleichmäßige Fortbewegen der Leit- und Antriebsge-

stelle 31 ununterbrochen über die Zuleitungen 13 und die Verbindungsleitungen 29 in den Hochdruck-Schlauch 24 des Schrämm-Stahlhohlkabels 11 — siehe Fig. 5 bis 7 — gedrückt, von wo es durch die Injektionsdüsen 21 in den geschaffenen Hohlraum austritt und durch die Querbewegung der Mischflügel 22 mit dem gelösten Erdreich vermischt und dadurch eine homogene Abdichtungsschicht hergestellt wird.

Das flexible Schneid-, Frä- oder Schrämmwerkzeug 11 kann beispielsweise wie aus den Fig. 5 bis 7 ersichtlich ist, als Schrämm-Stahlhohlkabel ausgebildet sein, welches aus einem Hochdruck-Schlauch 24 als Kabelseele und einem Hohl-Stahlkabel 11 besteht. In Abständen  $s$  sind auf dem Kabel Muffen 23 aufgebracht, die mit umfangsverteilten profilierten Schrämm- und/oder Mischflügeln besetzt sind. Die Muffen 23 sind mit einem Ringraum zur Aufnahme einer Vergußmasse 25 versehen, um einen schiebe- und verdrehungssicheren Sitz der Muffen 23 zu gewährleisten. Als Vergußmasse kommt Weißmetall o. dgl. in Betracht.

Der Abstand  $s$  Fig. 4 — zwischen den Schrämm- und/oder Mischflügeln 22 wird entsprechend den jeweiligen Bodenverhältnissen gewählt; er kann beispielsweise zwischen 1 und 10 m betragen.

Wie aus den Fig. 5 und 7 hervorgeht, sind an den Hochdruck-Schlauch 24 Injektordüsen 21 angeschlossen, die zum Einpressen des Dichtungsmittels in den geschaffenen Hohlraum 2 dienen. Dieser entsteht durch die schrämmende Hin- und Herbewegung des Schrämm-Stahlhohlkabels 11 mit den Flügeln 22 durch Verdrängen des Erdreichs oberhalb und unterhalb der Boden-Trennebene E. Diese Hin- und Herbewegung braucht keinen größeren Querhub, als dem Abstand  $s$  zwischen den Schrämm- und Mischflügeln 22 entspricht. Es ist jedoch auch möglich, einen größeren Querhub einzurichten, wenn in diesem Fall die Leit- und/oder Umlenkrollen 19, 20 profiliert sind, so daß sie entsprechende Ausnehmungen und Ausformungen zur Aufnahme der Flügel 22 aufweisen.

Wie aus Fig. 4 weiter ersichtlich ist, wird das Schrämm-Hohlkabel 11, welches beidseitig an Vorrats- und Pumpstationen für das Dichtungsmittel angeschlossen ist, von diesen mit dem Dichtungsmittel versorgt. Dabei können die Pumpstationen und/oder die Zuleitungen 13 — wie angedeutet — mit Mitteln zum Messen und Dosieren bzw. Druckregeln der zuzuführenden Dichtungsmittelmengen versehen sein. Dadurch ist es möglich, bei beispielsweise einseitigem Druckanstieg Ungleichförmigkeiten der Dichtmittel-Injizierung zu erkennen, wie sie z.B. infolge Verstopfens von Düsen und auf Grund von Dichte- und Festigkeitsänderungen der Erdformationen auftreten können. Durch Druckerhöhung und Wiederholung des Injizierungs-Hubweges können derartige Störungen überwunden werden.

In den Fig. 8 und 9 ist die Abwandlung des Verfahrens dargestellt, bei welcher übereinander zwei Abdichtungssohlen 2 und 2a hergestellt werden. In diesem Fall reicht die äußere Wandung der Doppelschlitzwand 5 tiefer als die innere, um ein dichtes Anschließen der unteren Abdichtungssohle 2a zu ermöglichen. Zwischen beiden Abdichtungssohlen befindet sich das Erdreich wie auch oberhalb und unterhalb der beiden Sohlen. Zwischen der unteren Abdichtungssohle 2a und der äußeren Schlitzwand 5 wird dann die Abdichtung 41 eingepumpt.

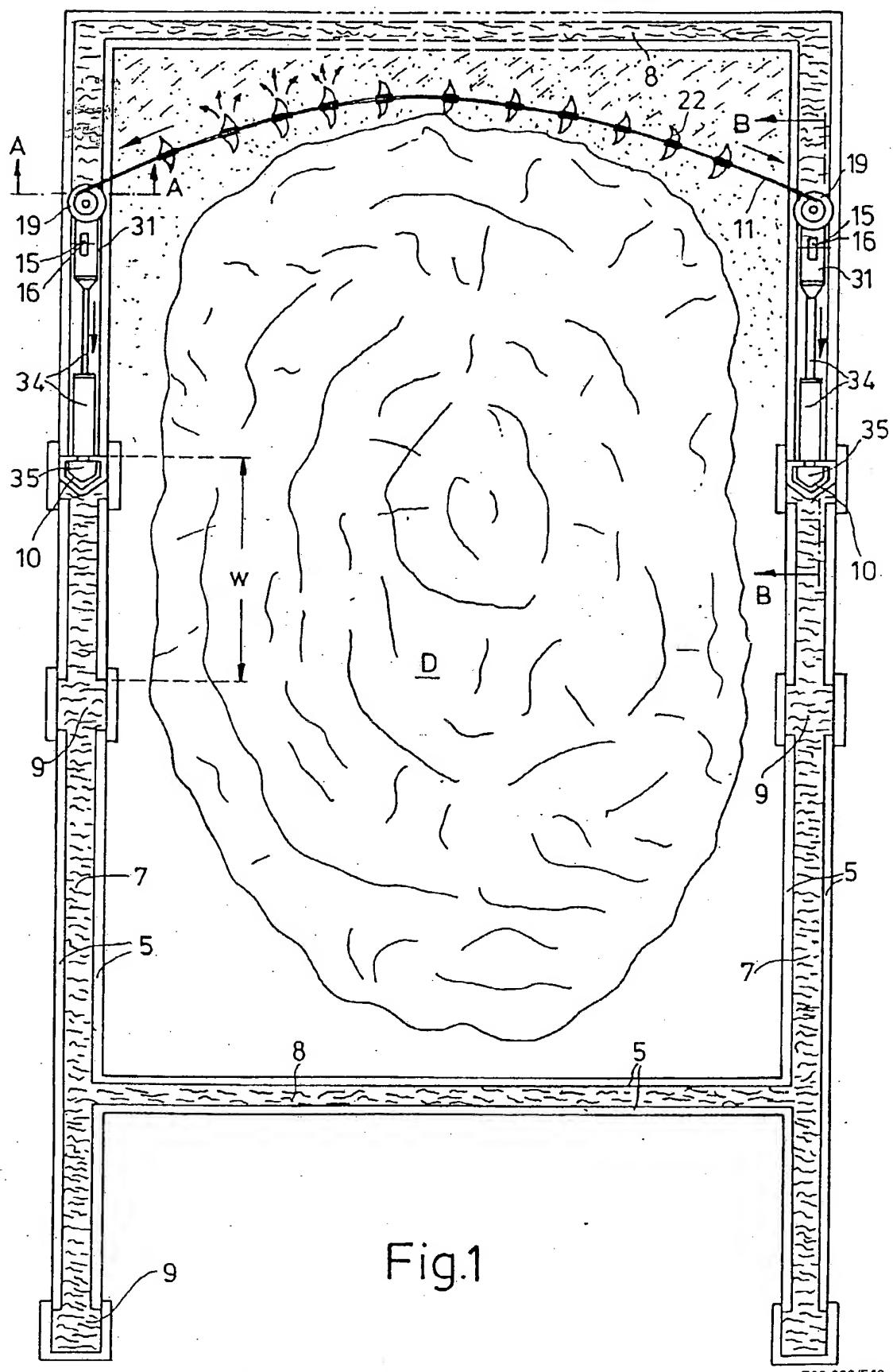
Das weitere Verfahren besteht darin, daß das Bentonit ausgepumpt und durch Wasser ersetzt wird. Zuvor werden — siehe Fig. 9 — zur Abstützung der Schlitz-

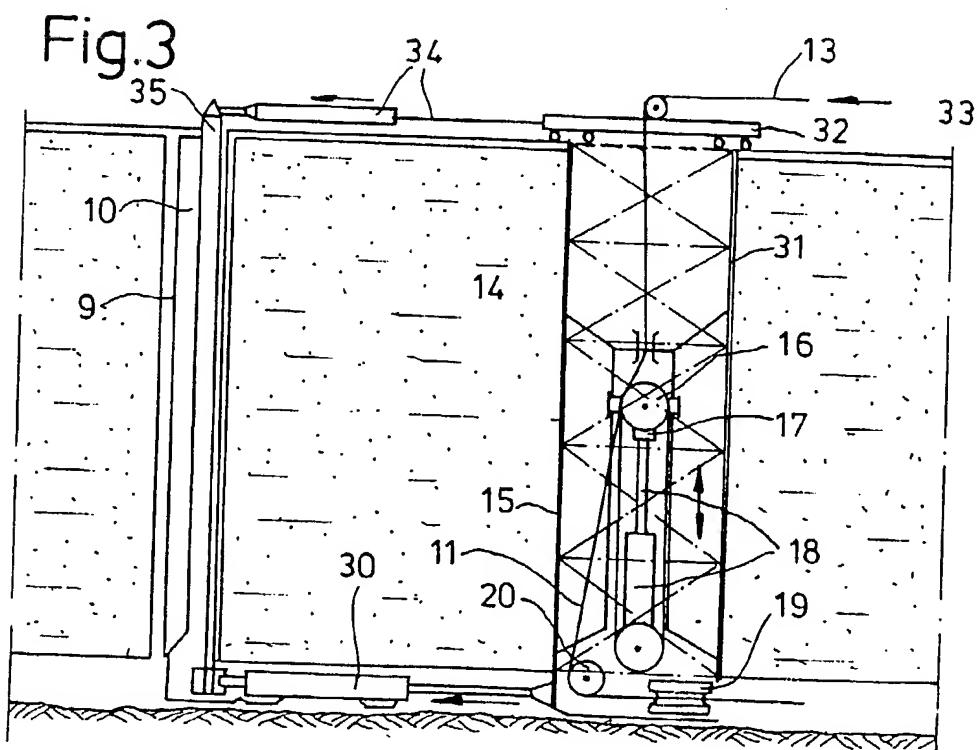
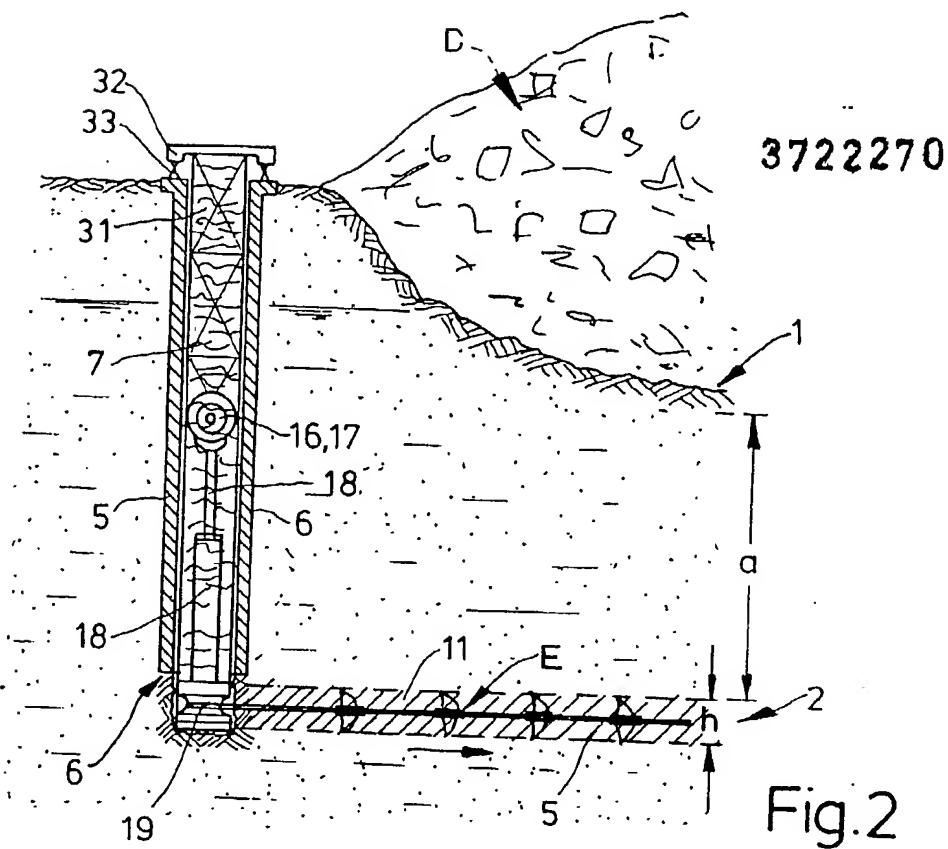
wände 5 gegen den Erddruck in gewissen Abständen in die Zwischenräume 7 Stützstege 45 eingesetzt. Darauf wird in Höhe des Zwischenraumes 40 zwischen den beiden Abdichtungssohlen 2 und 2a eine Kiesfilterschicht 43 sowie die Unterdruckleitung 46 eingebracht, die an die Unterdruckpumpe 44 angeschlossen ist. Außerdem wird in Höhe der oberen Abdichtungssohle 2 die Filterschicht 43 gegen den Zwischenraum 7 der Doppelschlitzwand mittels der Dichtung 42 abgedichtet. Dadurch kann in dem Zwischenraum 40 dauernd ein Unterdruck aufrechterhalten werden.

Wenn nun durch die Abdichtungssohle 2 unter Druck stehendes Grund- bzw. Sickerwasser in den Zwischenraum 40 eindringt, so kann es sich in dem bestehenden Unterdruck entspannen und über die Leitung 46 abgesaugt werden. Da das Wasser drucklos ist, wird es auch die zweite, untere Abdichtungssohle 2a nicht durchfließen, zumal darunter ein Gegendruck ansteht. Das abgesaugte Wasser kann nun analysiert und seiner Menge nach bestimmt werden, um eventuell weitere Maßnahmen, z. B. zusätzliches Abdichten des Zwischenraums 40 zu beurteilen.

**- Leerseite -**

Nummer: 37 22 270  
Int. Cl. 4: E 02 D 31/00  
3722: Anmeldetag: 6. Juli 1987  
Offenlegungstag: 11. Februar 1988





3722270

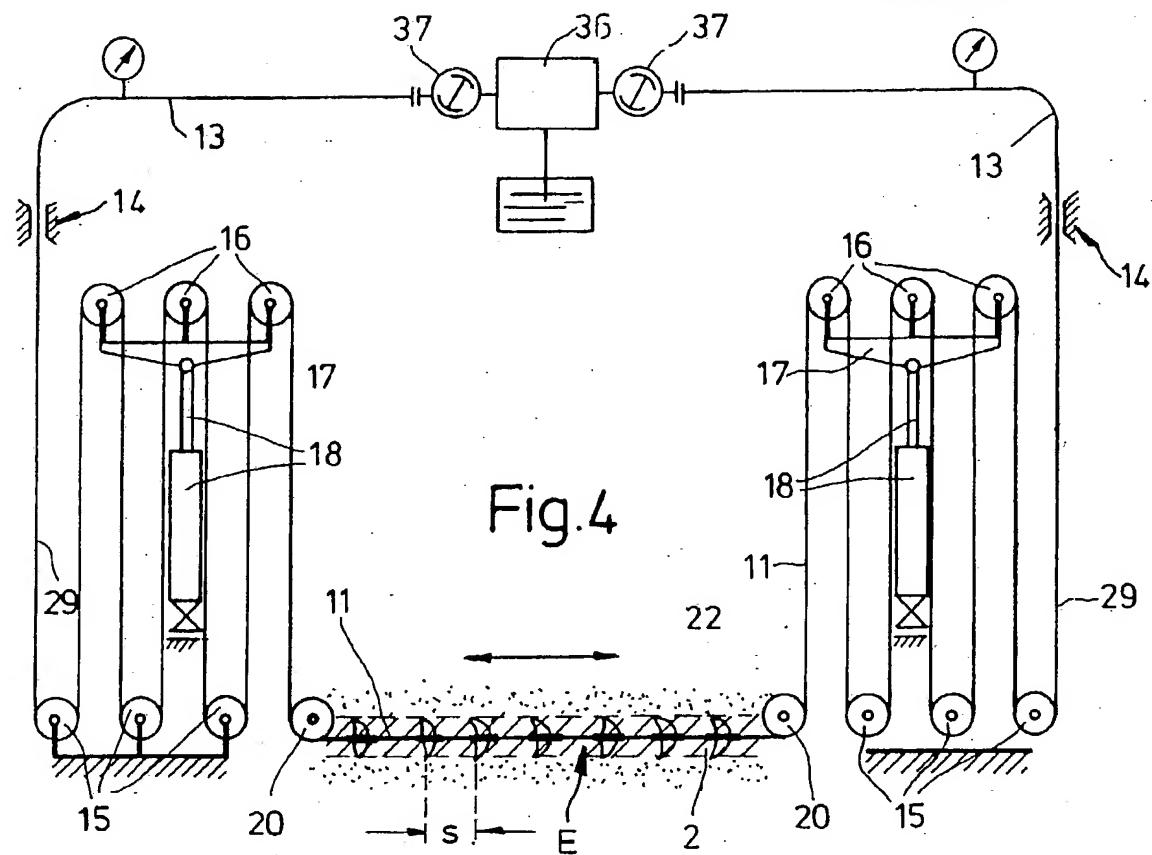


Fig. 4

Fig. 7

Fig. 6

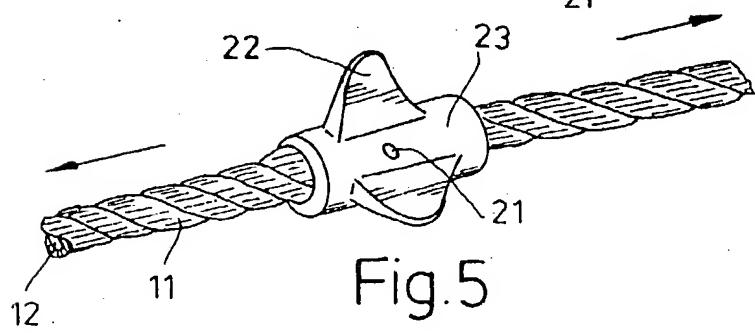
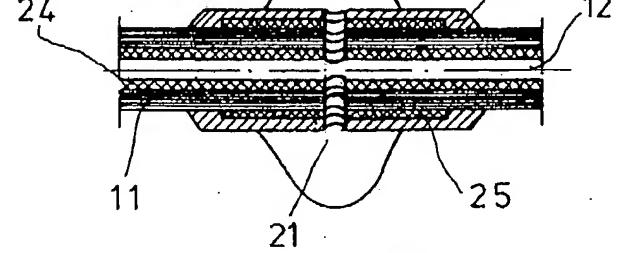
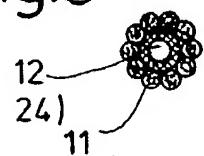


Fig. 5

Fig. 8

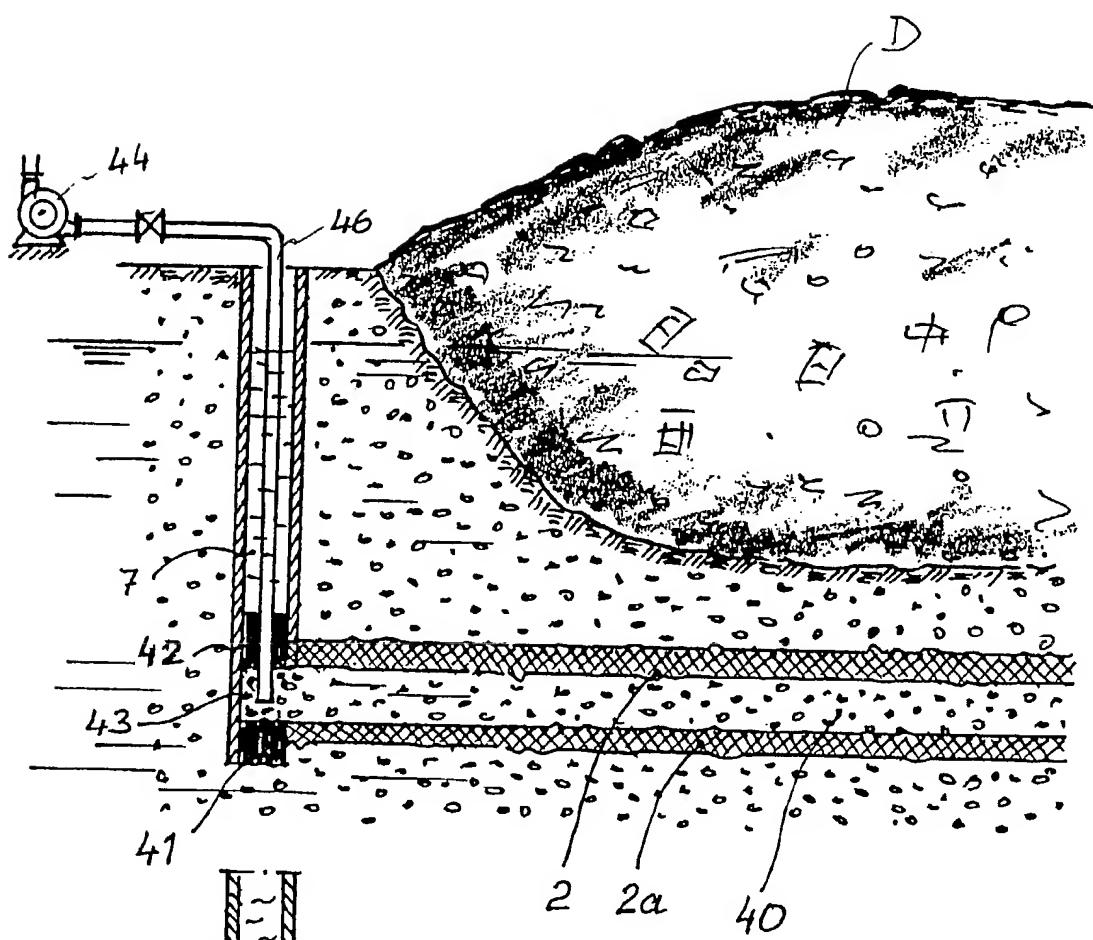


Fig. 9

